

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-352502

(43)Date of publication of application : 19.12.2000

(51)Int.Cl.

G01B 7/30

B62D 5/04

G01D 5/18

G01L 3/10

(21)Application number : 11-288882

(22)Date of filing : 08.10.1999

(71)Applicant : KOYO SEIKO CO LTD

(72)Inventor : TOKUMOTO YOSHITOMO
NAKANO SADAOKI
KANDA KOJI

(30)Priority

Priority number : 11100665

Priority date : 07.04.1999

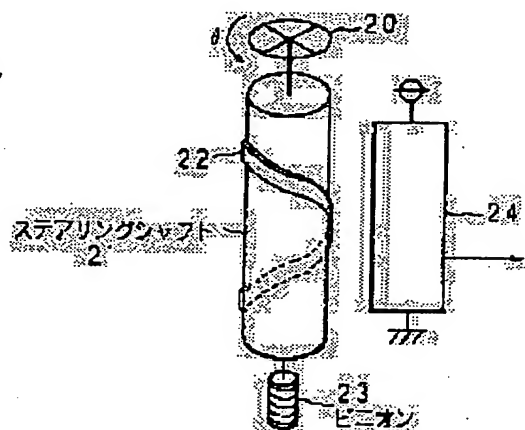
Priority country : JP

(54) ROTATIONAL ANGLE DETECTION DEVICE, TORQUE SENSOR AND STEERING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rotational angle detection device with proper durability, which has no contacting and sliding part.

SOLUTION: The device comprises a rotating body 21, a magnetically discontinuous part 22 in a rotation axis direction of the rotating body 21, which is placed along a peripheral face of the rotating body 21, and a detection means 24 detecting a position of the magnetically discontinuous part 22 in the rotation axis direction of the rotating body 21, where displacement angle from the detection means 24 in a rotation direction of the rotating body 21 is detected based on a position detected by the detection means 24.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-352502

(P2000-352502A)

(43)公開日 平成12年12月19日(2000.12.19)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト ⁷ (参考)
G 0 1 B 7/30	1 0 1	G 0 1 B 7/30	1 0 1 B 2 F 0 6 3
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	2 F 0 7 7
G 0 1 D 5/18		G 0 1 D 5/18	L 3 D 0 3 3
G 0 1 L 3/10		G 0 1 L 3/10	B

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平11-288882

(22)出願日 平成11年10月8日(1999.10.8)

(31)優先権主張番号 特願平11-100665

(32)優先日 平成11年4月7日(1999.4.7)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(72)発明者 徳本 欣智

大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号

光洋精工株式会社内

(72)発明者 仲野 禎明

大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号

光洋精工株式会社内

(74)代理人 100078868

弁理士 河野 登夫

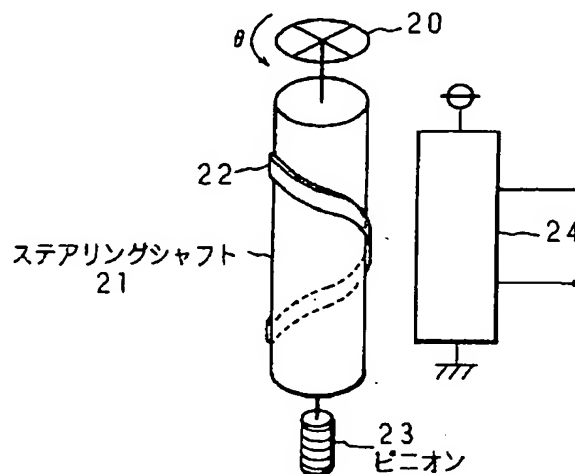
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 回転角度検出装置、トルクセンサ及び舵取装置

(57)【要約】

【課題】 接触摺動する部分を含まない、耐久性が良い回転角度検出装置の提供。

【解決手段】 回転体21と、回転体21の周面に沿って設けられ、回転体21の回転軸方向に磁性的に不連続な部分22と、磁性的に不連続な部分22の回転体21の回転軸方向の位置を検出する検出手段24とを備え、検出手段24が検出した位置に基づき、回転体21の回転方向の検出手段24からの変位角度を検出する構成である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転体と、該回転体の周面に沿って設けられ、該回転体の回転軸方向に磁性的に不連続な部分と、該部分の前記回転軸方向の位置を検出する検出手段とを備え、該検出手段が検出した位置に基づき、前記回転体の回転方向の前記検出手段からの変位角度を検出するべくしてあることを特徴とする回転角度検出装置。

【請求項 2】 前記磁性的に不連続な部分は、前記回転体の周面に沿って螺旋状に設けてある請求項 1 記載の回転角度検出装置。

【請求項 3】 前記磁性的に不連続な部分は、前記回転体の周面に沿って等間隔に複数設けてある請求項 2 記載の回転角度検出装置。

【請求項 4】 前記磁性的に不連続な部分は、前記検出手段の出力を前記変位角度に対して線形的にすべく、該変位角度に対して非線形的に設けてある請求項 1～3 の何れかに記載の回転角度検出装置。

【請求項 5】 前記磁性的に不連続な部分は、前記変位角度が同じ部位を接続してある請求項 1～4 の何れかに記載の回転角度検出装置。

【請求項 6】 前記磁性的に不連続な部分は、前記回転体の周面に沿ってコイルバネを巻き付け、溶接又は接着してなしてある請求項 1～5 の何れかに記載の回転角度検出装置。

【請求項 7】 前記磁性的に不連続な部分は、前記回転体の周面に沿って、熱源となるビームを照射してなしてある請求項 1～5 の何れかに記載の回転角度検出装置。

【請求項 8】 回転体と、該回転体の周面に沿って螺旋状に設けた磁性材からなる突起と、該突起の前記回転体の回転軸方向の位置を検出する磁気抵抗効果素子とを備え、該磁気抵抗効果素子が検出した位置に基づき、前記回転体の回転方向の前記磁気抵抗効果素子からの変位角度を検出するべくしてあることを特徴とする回転角度検出装置。

【請求項 9】 入力軸に加わるトルクを、入力軸と出力軸とを連結する連結軸に生じる捩れ角度によって検出するトルクセンサにおいて、前記入力軸及び出力軸それぞれに取付けられた請求項 1～8 の何れかに記載された回転角度検出装置と、該回転角度検出装置がそれぞれ検出した変位角度の差を検出する手段とを備え、該手段が検出した変位角度の差を前記捩れ角度とすべくしてあることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 10】 入力軸に加わるトルクを、入力軸と出力軸とを連結する連結軸に生じる捩れ角度によって検出するトルクセンサにおいて、前記入力軸及び出力軸それぞれに取付けられ、請求項 1～8 の何れかに記載された回転角度検出装置と、該回転角度検出装置がそれぞれ出力した検出信号の、互いに逆極性の差を演算する 2 つの第 1 演算手段と、該 2 つの第

1 演算手段がそれぞれ演算した差の差を演算する第 2 演算手段とを備え、該第 2 演算手段が検出した差を前記捩れ角度とすべくしてあることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 11】 操舵輪に繋がる入力軸と、前記操舵輪に加わる操舵トルクに基づき駆動制御される操舵補助用の電動モータと、該電動モータに連動する出力軸と、前記入力軸に加わる操舵トルクを、前記入力軸及び出力軸を連結する連結軸に生じる捩れ角度によって検出する請求項 9 又は 10 に記載されたトルクセンサとを備え、該トルクセンサが有する回転角度検出装置により前記操舵輪の舵角を検出するべくしてあることを特徴とする舵取装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転角度を検出する回転角度検出装置、入力軸と出力軸とを連結する連結軸に生じる捩れ角度によって入力軸に加わるトルクを検出するトルクセンサ、及びこのトルクセンサの検出結果に基づいて電動モータを駆動し、操舵補助力を発生させる舵取装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】自動車用の舵取装置に電動モータを駆動して操舵補助を行ない、運転者の負担を軽減するものがある。これは、操舵輪（ステアリングホイール）に繋がる入力軸と、ビニオン及びラック等により操向車輪に繋がる出力軸と、入力軸及び出力軸を連結する連結軸とを備え、連結軸に生じる捩れ角度によって、トルクセンサが入力軸に加わる操舵トルクを検出し、トルクセンサが検出した操舵トルクに基づき、出力軸に連動する操舵補助用の電動モータを駆動制御するものである。また、回転角度検出装置により操舵輪の舵角中点を求め、操舵輪の舵角に応じた電動モータの駆動制御も行っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した回転角度検出装置は、ポテンショメータ等の接触摺動する部分を含むものであり、摩耗及び経年変化等により耐久性に問題があった。また、トルクセンサは、連結軸の捩れにより生じる磁気回路のインピーダンス変化を検出するものであり、構成が複雑であり、製造コストが高い問題があった。

【0004】本発明は、上述したような事情に鑑みてなされたものであり、第 1～8 発明では、接触摺動する部分を含まない、耐久性が良い回転角度検出装置を提供することを目的とする。第 9、10 発明では、構成が簡単であり、製造コストが低いトルクセンサを提供することを目的とする。第 11 発明では、第 1～8 発明の何れかに係る回転角度検出装置、及び第 9 又は 10 発明に係るトルクセンサを使用した舵取装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】第1発明に係る回転角度検出装置は、回転体と、該回転体の周面に沿って設けられ、該回転体の回転軸方向に磁性的に不連続な部分と、該部分の前記回転軸方向の位置を検出する検出手段とを備え、該検出手段が検出した位置に基づき、前記回転体の回転方向の前記検出手段からの変位角度を検出するべくしてあることを特徴とする。

【0006】この回転角度検出装置では、回転体の回転軸方向に磁性的に不連続な部分が、回転体の周面に沿って設けられ、検出手段が、その不連続な部分の回転軸方向の位置を検出する。そして、検出手段が検出した位置に基づき、回転体の回転方向の検出手段からの変位角度を検出する。これにより、接触摺動する部分を含まない、耐久性が良い回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0007】第2発明に係る回転角度検出装置は、前記磁性的に不連続な部分は、前記回転体の周面に沿って螺旋状に設けてあることを特徴とする。

【0008】この回転角度検出装置では、回転体の回転軸方向に磁性的に不連続な部分が、回転体の周面に沿って螺旋状に設けてあるので、磁性的に不連続な部分の回転軸方向の位置と回転方向の検出手段からの変位角度とを対応させることが出来、磁性的に不連続な部分の回転軸方向の位置を検出することにより、回転体の回転方向の検出手段からの変位角度を検出することが出来、接触摺動する部分を含まない、耐久性が良い回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0009】第3発明に係る回転角度検出装置は、前記磁性的に不連続な部分は、前記回転体の周面に沿って等間隔に複数設けてあることを特徴とする。

【0010】この回転角度検出装置では、磁性的に不連続な部分は、回転体の周面に沿って等間隔に複数設けてあるので、磁性的に不連続な部分の回転軸方向の位置変化を、回転方向の検出手段からの変位角度に対して、より大きくすることが出来る。従って、アンプゲインを小さくすることが出来、外乱に対して安定である。

【0011】第4発明に係る回転角度検出装置は、前記磁性的に不連続な部分は、前記検出手段の出力を前記変位角度に対して線形的にすべく、該変位角度に対して非線形的に設けてあることを特徴とする。

【0012】この回転角度検出装置では、磁性的に不連続な部分は、検出手段の出力を変位角度に対して線形的にすべく、変位角度に対して非線形的に設けてあるので、特に、磁性的に不連続な部分の端部で検出手段の出力を変位角度に対して線形的にすることが出来、多数のセンサを用いずに、安価で出力特性が線形の回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0013】第5発明に係る回転角度検出装置は、前記磁性的に不連続な部分は、前記変位角度が同じ部位を接

続してあることを特徴とする。

【0014】この回転角度検出装置では、磁性的に不連続な部分は、変位角度が同じ部位を接続してあるので、磁性的に不連続な部分の端部で出力の揺らぎがない回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0015】第6発明に係る回転角度検出装置は、前記磁性的に不連続な部分は、前記回転体の周面に沿ってコイルバネを巻き付け、溶接又は接着してなしてあることを特徴とする。

【0016】この回転角度検出装置では、磁性的に不連続な部分は、回転体の周面に沿ってコイルバネを巻き付け、溶接又は接着してなしてあるので、加工時間を短縮出来、製造コストを低減出来る。

【0017】第7発明に係る回転角度検出装置は、前記磁性的に不連続な部分は、前記回転体の周面に沿って、熱源となるビームを照射してなしてあることを特徴とする。

【0018】この回転角度検出装置では、磁性的に不連続な部分は、回転体の周面に沿って、熱源となるビームを照射してなしてあるので、調整加工が容易であり、磁性的に不連続な部分のパターンを高精度で自由自在に加工することが出来る。

【0019】第8発明に係る回転角度検出装置は、回転体と、該回転体の周面に沿って螺旋状に設けた磁性材からなる突起と、該突起の前記回転体の回転軸方向の位置を検出する磁気抵抗効果素子とを備え、該磁気抵抗効果素子が検出した位置に基づき、前記回転体の回転方向の前記磁気抵抗効果素子からの変位角度を検出するべくしてあることを特徴とする。

【0020】この回転角度検出装置では、磁性材からなる突起が回転体の周面に沿って螺旋状に設けてあり、磁気抵抗効果素子が、その突起の回転体の回転軸方向の位置を検出する。そして、その検出した位置に基づき、回転体の回転方向の磁気抵抗効果素子からの変位角度を検出する。これにより、接触摺動する部分を含まない、耐久性が良い回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0021】第9発明に係るトルクセンサは、入力軸に加わるトルクを、入力軸と出力軸とを連結する連結軸に生じる捩れ角度によって検出するトルクセンサにおいて、前記入力軸及び出力軸それぞれに取付けられた請求項1～8の何れかに記載された回転角度検出装置と、該回転角度検出装置がそれぞれ検出した変位角度の差を検出する手段とを備え、該手段が検出した変位角度の差を前記捩れ角度とすべくしてあることを特徴とする。

【0022】このトルクセンサでは、入力軸に加わるトルクを、入力軸と出力軸とを連結する連結軸に生じる捩れ角度によって検出する。請求項1～8の何れかに記載された回転角度検出装置が、入力軸及び出力軸それぞれに取付けられ、検出する手段は、その回転角度検出装置がそれぞれ検出した変位角度の差を検出し、その検出し

た変位角度の差を捩れ角度とする。これにより、構成が簡単であり、製造コストが低いトルクセンサを実現することが出来る。

【0023】第10発明に係るトルクセンサは、入力軸に加わるトルクを、入力軸と出力軸とを連結する連結軸に生じる捩れ角度によって検出するトルクセンサにおいて、前記入力軸及び出力軸それぞれに取付けられ、請求項1～8の何れかに記載された回転角度検出装置と、該回転角度検出装置がそれぞれ出力した検出信号の、互いに逆極性の差を演算する2つの第1演算手段と、該2つの第1演算手段がそれぞれ演算した差の差を演算する第2演算手段とを備え、該第2演算手段が検出した差を前記捩れ角度とすべくしてあることを特徴とする。

【0024】このトルクセンサでは、入力軸に加わるトルクを、入力軸と出力軸とを連結する連結軸に生じる捩れ角度によって検出する。請求項1～8の何れかに記載された回転角度検出装置が入力軸及び出力軸それぞれに取付けられ、2つの第1演算手段が、回転角度検出装置がそれぞれ出力した検出信号の、互いに逆極性の差を演算する。第2演算手段は、2つの第1演算手段がそれぞれ演算した差の差を演算し、第2演算手段が検出した差を捩れ角度とする。これにより、回転角度検出装置がそれぞれ出力した検出信号の差が大きくなるので、アンプゲインを小さくすることが出来、外乱に対して安定で、構成が簡単で、製造コストが低いトルクセンサを実現することが出来る。

【0025】第11発明に係る舵取装置は、操舵輪に繋がる入力軸と、前記操舵輪に加わる操舵トルクに基づき駆動制御される操舵補助用の電動モータと、該電動モータに連動する出力軸と、前記入力軸に加わる操舵トルクを、前記入力軸及び出力軸を連結する連結軸に生じる捩れ角度によって検出する請求項9又は10に記載されたトルクセンサとを備え、該トルクセンサが有する回転角度検出装置により前記操舵輪の舵角を検出すべくしてあることを特徴とする。

【0026】この舵取装置では、入力軸が操舵輪に繋がっており、操舵補助用の電動モータが、操舵輪に加わる操舵トルクに基づき駆動制御され、出力軸は、操舵補助用の電動モータに連動する。請求項9又は10に記載されたトルクセンサは、入力軸に加わる操舵トルクを、入力軸及び出力軸を連結する連結軸に生じる捩れ角度によって検出する。そして、そのトルクセンサが有する回転角度検出装置により操舵輪の舵角を検出する。これにより、第9又は第10発明に係るトルクセンサを使用した舵取装置を実現することが出来ると共に、この舵取装置は、そのトルクセンサに使用している2つの第1～8発明の何れかに係る回転角度検出装置の何れか又は両方を、回転角度検出装置として使用することが出来る。

【0027】

【発明の実施の形態】以下に、本発明をその実施の形態

を示す図面に基づいて説明する。

実施の形態1. 図1は、本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態1の要部構成を示す原理図である。この回転角度検出装置は、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール20が連結され、下端部にピニオン23が連結されたステアリングシャフト21（操舵軸）の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物22（突起）を設けてある。

【0028】また、この回転角度検出装置は、ステアリングシャフト21が回転したときに、ステアリングシャフト21の軸方向に移動する磁性材からなる突起物22の位置を検出する為に、MRセンサ24（磁気抵抗効果素子、検出手段）がステアリングシャフト21と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。MRセンサ24は、例えば、2つの磁性抵抗からなる分圧回路を備え、この分圧を出力する構成である。また、磁性材からなる突起物22による磁界の変化を大きくして感度を高める為に、ステアリングシャフト21に面しない側にバイアス用磁石を備え、ステアリングシャフト21表面の磁界を強化してある。

【0029】このような構成の回転角度検出装置は、ステアリングシャフト21が、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で回転するのに応じて、MRセンサ24の検出面に最近接する磁性材からなる突起物22が、ステアリングシャフト21の軸方向に移動する。磁性材からなる突起物22は、ステアリングシャフト21の周面に沿わせて螺旋状に設けてあるので、MRセンサ24の検出面に最近接する磁性材からなる突起物22の、ステアリングシャフト21の軸方向の位置と、ステアリングシャフト21の回転角度とを対応させることが出来、例えば、図2に示すように、MRセンサ24の出力電圧と、ステアリングシャフト21の回転角度（舵角）とが直線的な関係になるように設定しておけば、MRセンサ24の出力電圧に基づき、ステアリングシャフト21の回転角度を検出することが出来る。

【0030】実施の形態2. 図3は、本発明に係るトルクセンサの実施の形態2の要部構成を示す原理図である。このトルクセンサは、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール30が連結され、下端部にトーションバー37が連結されたステアリングシャフト（操舵軸）の上部軸31（入力軸）の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物32（突起）を設けてある。また、上部軸31が回転したときに、上部軸31の軸方向に移動する磁性材からなる突起物32の位置を検出する為に、MRセンサA（磁気抵抗効果素子、検出手段）が上部軸31と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0031】ステアリングシャフトの下部軸33（出力軸）は、上端部がトーションバー37に連結され、下端

部がピニオン38に連結されている。上部軸31と同様に、下部軸33の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物34（突起）を設けてある。また、下部軸33が回転したときに、下部軸33の軸方向に移動する磁性材からなる突起物34の位置を検出する為に、MRセンサB（磁気抵抗効果素子、検出手段）が下部軸33と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0032】MRセンサAの出力電圧は減算回路39（差を検出する手段）に与えられ、MRセンサBの出力電圧は減算回路39とアンプ41とに与えられる。アンプ41の出力電圧は、下部軸33、磁性材からなる突起物34及びMRセンサBからなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号として出力される。トーションバー37の捩じれ角度は高々数度であり、上部軸31、磁性材からなる突起物32及びMRセンサAからなる回転角度検出装置により、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号を出力しても良い。減算回路39の出力電圧はアンプ40に与えられ、アンプ40の出力電圧は、トルクセンサが検出した、ステアリングホイール30に加えられた操舵トルクを示す信号として出力される。

【0033】このような構成のトルクセンサは、上部軸31及び下部軸33が、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で回転するのに応じて、MRセンサA及びBの検出面に最近接する磁性材からなる突起物32及び34が、上部軸31及び下部軸33の軸方向に移動する。磁性材からなる突起物32及び34は、上部軸31及び下部軸33の周面に沿わせて螺旋状に設けてあるので、MRセンサA及びBの検出面に最近接する磁性材からなる突起物32及び34の、上部軸31及び下部軸33の軸方向の位置と、上部軸31及び下部軸33の回転角度とを対応させることが出来る。

【0034】例えば、MRセンサA及びBの出力電圧と、上部軸31及び下部軸33の回転角度（舵角）とが同様の直線的な関係になるように設定しておき、上部軸31及び下部軸33を複数回転させれば、図4（a）及び（b）に示すように、MRセンサA及びBの出力は、 360° 周期の電圧波形を示し、MRセンサA及びBの出力電圧により、それぞれ上部軸31及び下部軸33の回転角度を検出することが出来る。

【0035】ここで、ステアリングホイール30に操舵トルクが加えられ、トーションバー37に捩じれ角度が生じていれば、MRセンサA及びBの出力電圧は、例えば、図4（c）に示すように、その捩じれ角度に応じた電圧差 ΔV が生じるので、その電圧差 ΔV を減算回路39により算出することにより、その捩じれ角度が求まり、その操舵トルクを示す信号を、アンプ40から出力することが出来る。また、下部軸33、磁性材からなる突起物34及びMRセンサBからなる回転角度検出装置

が検出した、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号を、アンプ41から出力することが出来る。

【0036】実施の形態3. 図5は、本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態3の要部構成を示す原理図である。この回転角度検出装置は、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール20が連結され、下端部にピニオン23が連結されたステアリングシャフト21a（操舵軸）の中間部の周面に沿わせて等間隔に螺旋状に、例えば10本の磁性材からなる突起物22a（突起）を設けてある。ステアリングシャフト21aの中間部の周面を展開した場合の突起物22aのパターンは、図6（a）に示すように、互いに平行な10本の斜線となり、隣合う斜線の終端部と始端部とは同じ回転角度となっている。

【0037】また、この回転角度検出装置は、ステアリングシャフト21aが回転したときに、ステアリングシャフト21aの軸方向に移動する磁性材からなる突起物22aの位置を検出する為に、MRセンサ24（磁気抵抗効果素子、検出手段）がステアリングシャフト21aと適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。MRセンサ24は、例えば、2つの磁性抵抗からなる分圧回路を備え、この分圧を出力する構成である。また、磁性材からなる突起物22aによる磁界の変化を大きくして感度を高める為に、ステアリングシャフト21に面しない側にバイアス用磁石を備え、ステアリングシャフト21表面の磁界を強化してある。

【0038】このような構成の回転角度検出装置は、ステアリングシャフト21aが、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で 36° 回転する都度、MRセンサ24の検出面に最近接する磁性材からなる突起物22aが、ステアリングシャフト21aの軸方向に往復移動する。MRセンサ24の検出面に最近接する磁性材からなる突起物22aの、図6（a）に示すステアリングシャフト21aの軸方向の位置と、ステアリングシャフト21aの 36° 毎の回転角度とは対応させることが出来る。

【0039】従って、MRセンサ24の出力電圧を、図6（b）に示すように、ステアリングシャフト21aの 36° 毎の回転角度と直線的な関係になるように設定しておけば、MRセンサ24の出力電圧の昇降回数を計数することを併用することにより、MRセンサ24の出力電圧に基づき、ステアリングシャフト21aの回転角度を検出することが出来る。この回転角度検出装置では、MRセンサ24は、実施の形態1において説明した突起物が1本の場合に比較して、10倍の出力電圧を得ることが出来る。

【0040】実施の形態4. 図7は、本発明に係るトルクセンサの実施の形態4の要部構成を示す原理図である。このトルクセンサは、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール30が連結さ

れ、下端部にトーションバー37が連結されたステアリングシャフト（操舵軸）の上部軸31a（入力軸）の中間部の周面に沿わせて等間隔に螺旋状に、磁性材からなる10本の突起物32a（突起）を設けてある。また、上部軸31aが回転したときに、上部軸31aの軸方向に移動する磁性材からなる突起物32aの位置を検出する為に、MRセンサA（磁気抵抗効果素子、検出手段）が上部軸31aと適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0041】ステアリングシャフトの下部軸33a（出力軸）は、上端部がトーションバー37に連結され、下端部がピニオン38に連結されている。上部軸31aと同様に、下部軸33aの中間部の周面に沿わせて等間隔に螺旋状に、磁性材からなる10本の突起物34a（突起）を設けてある。また、下部軸33aが回転したときに、下部軸33aの軸方向に移動する磁性材からなる突起物34aの位置を検出する為に、MRセンサB（磁気抵抗効果素子、検出手段）が下部軸33aと適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0042】MRセンサAの出力電圧は減算回路39（差を検出する手段）に与えられ、MRセンサBの出力電圧は減算回路39とアンプ41とに与えられる。アンプ41の出力電圧は、下部軸33a、磁性材からなる突起物34a及びMRセンサBからなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号として出力される。トーションバー37の捩じれ角度は高々数度であり、上部軸31a、磁性材からなる突起物32a及びMRセンサAからなる回転角度検出装置により、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号を出力しても良い。減算回路39の出力電圧はアンプ40に与えられ、アンプ40の出力電圧は、トルクセンサが検出した、ステアリングホイール30に加えられた操舵トルクを示す信号として出力される。

【0043】このような構成のトルクセンサは、上部軸31a及び下部軸33aが、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で 36° 回転する都度、MRセンサA及びBの検出面に最近接する磁性材からなる突起物32a及び34aが、上部軸31a及び下部軸33aの軸方向に往復移動する。MRセンサA及びBの検出面に最近接する磁性材からなる突起物32a及び34aの、上部軸31a及び下部軸33aの軸方向の位置と、上部軸31a及び下部軸33aの回転角度とは対応させることが出来る。

【0044】従って、MRセンサA及びBの出力電圧を、上部軸31a及び下部軸33aの 36° 毎の回転角度と直線的な関係になるように設定しておけば、MRセンサA及びBの出力電圧の昇降回数を計数することを併用することにより、MRセンサA及びBの出力電圧に基づき、上部軸31a及び下部軸33aの回転角度を検出

することが出来る。

【0045】例えば、MRセンサA及びBの出力電圧と、上部軸31a及び下部軸33aの回転角度（舵角）とが同様の直線的な関係になるように設定しておき、上部軸31a及び下部軸33aを回転させれば、図8（a）及び（b）に示すように、MRセンサA及びBの出力は、 36° 周期の電圧波形を示し、MRセンサA及びBの出力電圧により、それぞれ上部軸31a及び下部軸33aの回転角度を検出することが出来る。

【0046】ここで、ステアリングホイール30に操舵トルクが加えられ、トーションバー37に捩じれ角度が生じていれば、MRセンサA及びBの出力電圧は、例えば、図8（c）に示すように、その捩じれ角度に応じた電圧差 ΔV が生じるので、その電圧差 ΔV を減算回路39により算出することにより、その捩じれ角度が求まり、その操舵トルクを示す信号を、アンプ40から出力することが出来る。この場合、MRセンサA、MRセンサB及び減算回路39は、実施の形態2において説明した突起物が1本の場合に比較して、10倍の出力電圧を得ることが出来る。また、下部軸33a、磁性材からなる突起物34a及びMRセンサBからなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号を、アンプ41から出力することが出来る。

【0047】実施の形態5。図9は、本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態5の要部構成を示す原理図である。この回転角度検出装置は、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール20が連結され、下端部にピニオン23が連結されたステアリングシャフト21b（操舵軸）の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物22b（突起）を設けてある。

【0048】また、この回転角度検出装置は、ステアリングシャフト21bが回転したときに、ステアリングシャフト21bの軸方向に移動する磁性材からなる突起物22bの位置を検出する為に、MRセンサ24（磁気抵抗効果素子、検出手段）がステアリングシャフト21bと適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。MRセンサ24は、例えば、2つの磁性抵抗からなる分圧回路を備え、この分圧を出力する構成である。また、磁性材からなる突起物22bによる磁界の変化を大きくして感度を高める為に、ステアリングシャフト21bに面しない側にバイアス用磁石を備え、ステアリングシャフト21b表面の磁界を強化してある。

【0049】ステアリングシャフト21bの中間部の周面を展開した場合の突起物22bのパターンが、図11（a）に示すように、直線であり線形的である場合、MRセンサ24は、出力電圧が、図11（b）に示すように、突起物22bの始端部と終端部とにおいて下降し、

非線形的な出力特性を有する傾向がある。そこで、ステアリングシャフト21bの中間部の周面を展開した場合の突起物22bのパターンは、図10(a)に示すように、始端部と終端部とにおいてその傾斜が急峻に、中間部においてその傾斜が緩慢になるようにして、非線形的になり、MRセンサ24の出力電圧特性が、図10(b)に示すように、直線となり線形的になるようにしてある。

【0050】このような構成の回転角度検出装置は、ステアリングシャフト21bが、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で回転するのに応じて、MRセンサ24の検出面に最近接する磁性材からなる突起物22bが、ステアリングシャフト21bの軸方向に移動する。

【0051】磁性材からなる突起物22bは、ステアリングシャフト21bの周面に沿わせて螺旋状に、また、図10(a)に示すように、始端部と終端部とにおいてその傾斜が急峻に、中間部においてその傾斜が緩慢になるように設けてあるので、MRセンサ24の検出面に最近接する磁性材からなる突起物22bの、ステアリングシャフト21bの軸方向の位置と、ステアリングシャフト21bの回転角度とを対応させることが出来、図10(b)に示すように、MRセンサ24の出力電圧と、ステアリングシャフト21bの回転角度(舵角)とを直線的な線形的な関係として、MRセンサ24の出力電圧に基づき、ステアリングシャフト21bの回転角度を検出することが出来る。

【0052】実施の形態6. 図12は、本発明に係るトルクセンサの実施の形態6の要部構成を示す原理図である。このトルクセンサは、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール30が連結され、下端部にトーションバー37が連結されたステアリングシャフト(操舵軸)の上部軸31b(入力軸)の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物32b(突起)を設けてある。また、上部軸31bが回転したときに、上部軸31bの軸方向に移動する磁性材からなる突起物32bの位置を検出する為に、MRセンサA(磁気抵抗効果素子、検出手段)が上部軸31bと適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0053】ステアリングシャフトの下部軸33b(出力軸)は、上端部がトーションバー37に連結され、下端部がピニオン38に連結されている。上部軸31bと同様に、下部軸33bの中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物34b(突起)を設けてある。また、下部軸33bが回転したときに、下部軸33bの軸方向に移動する磁性材からなる突起物34bの位置を検出する為に、MRセンサB(磁気抵抗効果素子、検出手段)が下部軸33bと適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。磁性材からなる突起物32b及び34bは、上部軸31b及

び下部軸33bの周面に沿わせて螺旋状に、また、図10(a)に示すように、始端部と終端部とにおいてその傾斜が急峻に、中間部においてその傾斜が緩慢になるように設けてある。

【0054】MRセンサAの出力電圧は減算回路39(差を検出する手段)に与えられ、MRセンサBの出力電圧は減算回路39とアンプ41とに与えられる。アンプ41の出力電圧は、下部軸33b、磁性材からなる突起物34b及びMRセンサBからなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度(舵角)を示す信号として出力される。トーションバー37の捩じれ角度は高々数度であり、上部軸31b、磁性材からなる突起物32b及びMRセンサAからなる回転角度検出装置により、ステアリングシャフトの回転角度(舵角)を示す信号を出力しても良い。減算回路39の出力電圧はアンプ40に与えられ、アンプ40の出力電圧は、トルクセンサが検出した、ステアリングホイール30に加えられた操舵トルクを示す信号として出力される。

【0055】このような構成のトルクセンサは、上部軸31b及び下部軸33bが、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で回転するのに応じて、MRセンサA及びBの検出面に最近接する磁性材からなる突起物32b及び34bが、上部軸31b及び下部軸33bの軸方向に移動する。磁性材からなる突起物32b及び34bは、上部軸31b及び下部軸33bの周面に沿わせて螺旋状に、また、図10(a)に示すように、始端部と終端部とにおいてその傾斜が急峻に、中間部においてその傾斜が緩慢になるように設けてあるので、MRセンサA及びBの検出面に最近接する磁性材からなる突起物32b及び34bの、上部軸31b及び下部軸33bの軸方向の位置と、上部軸31b及び下部軸33bの回転角度とを対応させることが出来る。

【0056】また、図10(b)に示すように、MRセンサA及びBの出力電圧と、上部軸31b及び下部軸33bの回転角度(舵角)とを直線的な線形的な関係として、MRセンサA及びBの出力電圧に基づき、それぞれ上部軸31及び下部軸33の回転角度を検出することが出来る。その他の動作は、実施の形態2において説明したトルクセンサの動作と同様であるので、説明を省略する。

【0057】実施の形態7. 図13は、本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態7の要部構成を示す原理図である。この回転角度検出装置は、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール20が連結され、下端部にピニオン23が連結されたステアリングシャフト21c(操舵軸)の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物22c(突起)を設けてある。

【0058】また、この回転角度検出装置は、ステアリ

13

ングシャフト21cが回転したときに、ステアリングシャフト21cの軸方向に移動する磁性材からなる突起物22cの位置を検出する為に、MRセンサ24（磁気抵抗効果素子、検出手段）がステアリングシャフト21cと適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。MRセンサ24は、例えば、2つの磁性抵抗からなる分圧回路を備え、この分圧を出力する構成である。また、磁性材からなる突起物22cによる磁界の変化を大きくして感度を高める為に、ステアリングシャフト21cに面しない側にバイアス用磁石を備え、ステアリングシャフト21c表面の磁界を強化してある。

【0059】ステアリングシャフト21cの中間部の周面を展開した場合の突起物22cのパターンが、図15(a)に示すように、直線であり線形的である場合、MRセンサ24は、出力電圧が、図15(b)に示すように、突起物22cの始端部と終端部とにおいて下降し、非線形的な出力特性を有する傾向がある。そこで、ステアリングシャフト21cの中間部の周面を展開した場合の突起物22cのパターンは、図14(a)に示すように、始端部(0°)と終端部(360°)とを接続してあり、MRセンサ24の出力電圧特性が、図14(b)に示すように、直線となり線形的となるようにしてある。

【0060】このような構成の回転角度検出装置は、ステアリングシャフト21cが、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で回転するのに応じて、MRセンサ24の検出面に最近接する磁性材からなる突起物22cが、ステアリングシャフト21cの軸方向に移動する。

【0061】磁性材からなる突起物22cは、ステアリングシャフト21cの周面に沿わせて螺旋状に、また、図14(a)に示すように、始端部と終端部とを接続してあるので、MRセンサ24の検出面に最近接する磁性材からなる突起物22cの、ステアリングシャフト21cの軸方向の位置と、ステアリングシャフト21cの回転角度とを対応させることが出来、図14(b)に示すように、MRセンサ24の出力電圧と、ステアリングシャフト21cの回転角度（舵角）とを直線的な線形的な関係として、MRセンサ24の出力電圧に基づき、ステアリングシャフト21cの回転角度を検出することが出来る。

【0062】実施の形態8. 図16は、本発明に係るトルクセンサの実施の形態8の要部構成を示す原理図である。このトルクセンサは、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール30が連結され、下端部にトーションバー37が連結されたステアリングシャフト（操舵軸）の上部軸31c（入力軸）の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物32c（突起）を設けてある。また、上部軸31cが回転したときに、上部軸31cの軸方向に移動する磁性材

14

からなる突起物32cの位置を検出する為に、MRセンサA（磁気抵抗効果素子、検出手段）が上部軸31cと適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0063】ステアリングシャフトの下部軸33c（出力軸）は、上端部がトーションバー37に連結され、下端部がビニオン38に連結されている。上部軸31cと同様に、下部軸33cの中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物34c（突起）を設けてある。また、下部軸33cが回転したときに、下部軸33cの軸方向に移動する磁性材からなる突起物34cの位置を検出する為に、MRセンサB（磁気抵抗効果素子、検出手段）が下部軸33cと適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。磁性材からなる突起物32c及び34cは、上部軸31c及び下部軸33cの周面に沿わせて螺旋状に、また、図14(a)に示すように、始端部(0°)と終端部(360°)とを接続してある。

【0064】MRセンサAの出力電圧は減算回路39（差を検出する手段）に与えられ、MRセンサBの出力電圧は減算回路39とアンプ41とに与えられる。アンプ41の出力電圧は、下部軸33c、磁性材からなる突起物34c及びMRセンサBからなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号として出力される。トーションバー37の捩じれ角度は高々数度であり、上部軸31c、磁性材からなる突起物32c及びMRセンサAからなる回転角度検出装置により、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号を出力しても良い。減算回路39の出力電圧はアンプ40に与えられ、アンプ40の出力電圧は、トルクセンサが検出した、ステアリングホイール30に加えられた操舵トルクを示す信号として出力される。

【0065】このような構成のトルクセンサは、上部軸31c及び下部軸33cが、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で回転するのに応じて、MRセンサA及びBの検出面に最近接する磁性材からなる突起物32c及び34cが、上部軸31c及び下部軸33cの軸方向に移動する。磁性材からなる突起物32c及び34cは、上部軸31c及び下部軸33cの周面に沿わせて螺旋状に、また、図14(a)に示すように、始端部(0°)と終端部(360°)とを接続してあるので、MRセンサA及びBの検出面に最近接する磁性材からなる突起物32c及び34cの、上部軸31c及び下部軸33cの軸方向の位置と、上部軸31c及び下部軸33cの回転角度とを対応させることが出来る。

【0066】また、図14(b)に示すように、MRセンサA及びBの出力電圧と、上部軸31c及び下部軸33cの回転角度（舵角）とを直線的な線形的な関係として、MRセンサA及びBの出力電圧に基づき、それぞれ

上部軸 31c 及び下部軸 33c の回転角度を検出することが出来る。その他の動作は、実施の形態 2 において説明したトルクセンサの動作と同様であるので、説明を省略する。

【0067】実施の形態 9. 図 17 は、本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態 9 の要部構成を示す原理図である。この回転角度検出装置は、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール 20 が連結され、下端部にピニオン 23 が連結されたステアリングシャフト 21d (操舵軸、回転体) の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物 22d (突起) を設けてある。

【0068】また、この回転角度検出装置は、ステアリングシャフト 21d が回転したときに、ステアリングシャフト 21d の軸方向に移動する磁性材からなる突起物 22d の位置を検出する為に、MR センサ 24 (磁気抵抗効果素子、検出手段) がステアリングシャフト 21d と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。MR センサ 24 は、例えば、2 つの磁性抵抗からなる分圧回路を備え、この分圧を出力する構成である。また、磁性材からなる突起物 22d による磁界の変化を大きくして感度を高める為に、ステアリングシャフト 21d に面しない側にバイアス用磁石を備え、ステアリングシャフト 21d 表面の磁界を強化してある。

【0069】ステアリングシャフト 21d は、その中間部を図 18 (a) に示すようなドラム 65 と見做すと、図 18 (b) に示すような磁性材からなるコイルバネ 66 を、図 18 (c) に示すように、ドラム 65 の周面に螺旋状に巻き付け、溶接又は接着して、突起物 22d を形成してある。

【0070】このような構成の回転角度検出装置は、ステアリングシャフト 21d が、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で回転するのに応じて、MR センサ 24 の検出面に最近接する磁性材からなる突起物 22d が、ステアリングシャフト 21d の軸方向に移動する。磁性材からなる突起物 22d は、ステアリングシャフト 21d の周面に沿わせて螺旋状に形成してあるので、MR センサ 24 の検出面に最近接する磁性材からなる突起物 22d の、ステアリングシャフト 21d の軸方向の位置と、ステアリングシャフト 21d の回転角度とを対応させることが出来、MR センサ 24 の出力電圧に基づき、ステアリングシャフト 21d の回転角度を検出することが出来る。

【0071】実施の形態 10. 図 19 は、本発明に係るトルクセンサの実施の形態 10 の要部構成を示す原理図である。このトルクセンサは、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール 30 が連結され、下端部にトーションバー 37 が連結されたステアリングシャフト (操舵軸) の上部軸 31d (入力軸) の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突

起物 32d (突起) を設けてある。また、上部軸 31d が回転したときに、上部軸 31d の軸方向に移動する磁性材からなる突起物 32d の位置を検出する為に、MR センサ A (磁気抵抗効果素子、検出手段) が上部軸 31d と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0072】ステアリングシャフトの下部軸 33d (出力軸) は、上端部がトーションバー 37 に連結され、下端部がピニオン 38 に連結されている。上部軸 31d と同様に、下部軸 33d の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物 34d (突起) を設けてある。また、下部軸 33d が回転したときに、下部軸 33d の軸方向に移動する磁性材からなる突起物 34d の位置を検出する為に、MR センサ B (磁気抵抗効果素子、検出手段) が下部軸 33d と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。上部軸 31d 及び下部軸 33d は、その中間部を図 18

(a) に示すようなドラム 65 と見做すと、図 18

(b) に示すような磁性材からなるコイルバネ 66 を、

図 18 (c) に示すように、ドラム 65 の周面に螺旋状に巻き付け、溶接又は接着して、突起物 32d 及び 34d を形成してある。

【0073】MR センサ A の出力電圧は減算回路 39 (差を検出する手段) に与えられ、MR センサ B の出力電圧は減算回路 39 とアンプ 41 とに与えられる。アンプ 41 の出力電圧は、下部軸 33d、磁性材からなる突起物 34d 及び MR センサ B からなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度 (舵角) を示す信号として出力される。トーションバー 37 の捩じれ角度は高々数度であり、上部軸 31d、磁性材からなる突起物 32d 及び MR センサ A からなる回転角度検出装置により、ステアリングシャフトの回転角度 (舵角) を示す信号を出力しても良い。

【0074】減算回路 39 の出力電圧はアンプ 40 に与えられ、アンプ 40 の出力電圧は、トルクセンサが検出した、ステアリングホイール 30 に加えられた操舵トルクを示す信号として出力される。このような構成のトルクセンサの動作は、実施の形態 2 において説明したトルクセンサの動作と同様であるので、説明を省略する。

【0075】実施の形態 11. 図 20 は、本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態 11 の要部構成を示す原理図である。この回転角度検出装置は、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール 20 が連結され、下端部にピニオン 23 が連結された磁性材からなるステアリングシャフト 21e (操舵軸、回転体) の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、溝 22e を設けてある。

【0076】また、この回転角度検出装置は、ステアリングシャフト 21e が回転したときに、ステアリングシャフト 21e の軸方向に移動する溝 22e の位置を、磁

10

20

30

40

50

性的に不連続な部分として検出する為に、MRセンサ24（磁気抵抗効果素子、検出手段）がステアリングシャフト21eと適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0077】MRセンサ24は、例えば、2つの磁性抵抗からなる分圧回路を備え、この分圧を出力する構成である。また、溝22eによる磁界の変化を大きくして感度を高める為に、ステアリングシャフト21eに面しない側にバイアス用磁石を備え、ステアリングシャフト21e表面の磁界を強化してある。ステアリングシャフト21eは、その中間部を図21に示すようなドラム68と見做すと、レーザ又は電子線等のエネルギー密度が高いビーム70を、ドラム68の周面に螺旋状に照射し、溝22e（69）を形成してある。

【0078】このような構成の回転角度検出装置は、ステアリングシャフト21eが、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で回転するのに応じて、MRセンサ24の検出面に最近接する溝22eが、ステアリングシャフト21eの軸方向に移動する。溝22eは、ステアリングシャフト21eの周面に沿わせて螺旋状に形成してあるので、MRセンサ24の検出面に最近接する溝22eの、ステアリングシャフト21eの軸方向の位置と、ステアリングシャフト21eの回転角度とを対応させることが出来、MRセンサ24の出力電圧に基づき、ステアリングシャフト21eの回転角度を検出することが出来る。

【0079】実施の形態12. 図22は、本発明に係るトルクセンサの実施の形態12の要部構成を示す原理図である。このトルクセンサは、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール30が連結され、下端部にトーションバー37が連結されたステアリングシャフト（操舵軸）の磁性材からなる上部軸31e（入力軸）の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、溝32eを設けてある。また、上部軸31eが回転したときに、上部軸31eの軸方向に移動する溝32eの位置を検出する為に、MRセンサA（磁気抵抗効果素子、検出手段）が上部軸31eと適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0080】ステアリングシャフトの磁性材からなる下部軸33e（出力軸）は、上端部がトーションバー37に連結され、下端部がピニオン38に連結されている。上部軸31eと同様に、下部軸33eの中間部の周面に沿わせて螺旋状に、溝34eを設けてある。また、下部軸33eが回転したときに、下部軸33eの軸方向に移動する溝34eの位置を検出する為に、MRセンサB（磁気抵抗効果素子、検出手段）が下部軸33eと適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。上部軸31e及び下部軸33eは、その中間部を図21に示すようなドラム68と見做すと、レーザ又は電子線等のエネルギー密度が高いビーム70を、ドラム68の周面に螺旋状に照射し、溝32e及び

34e（69）を形成してある。

【0081】MRセンサAの出力電圧は減算回路39（差を検出する手段）に与えられ、MRセンサBの出力電圧は減算回路39とアンプ41とに与えられる。アンプ41の出力電圧は、下部軸33e、溝34e及びMRセンサBからなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号として出力される。トーションバー37の捩じれ角度は高々数度であり、上部軸31e、溝32e及びMRセンサAからなる回転角度検出装置により、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号を出力しても良い。

【0082】減算回路39の出力電圧はアンプ40に与えられ、アンプ40の出力電圧は、トルクセンサが検出した、ステアリングホイール30に加えられた操舵トルクを示す信号として出力される。このような構成のトルクセンサの動作は、実施の形態2において説明したトルクセンサの動作と同様であるので、説明を省略する。尚、上述した溝22e、32e、34e、69に代えて、ステアリングシャフト21e、上部軸31e、下部軸33e、ドラム68を、非磁性材である準安定オーステナイト系ステンレス鋼として、その周面に上述したように、電子ビーム又はレーザビーム等のエネルギー密度の高い熱源を照射し、急冷させることにより、強磁性であるフェライト相を析出させ、磁性的に不連続な部分を形成しても良い。

【0083】実施の形態13. 図23は、本発明に係るトルクセンサの実施の形態13の要部構成を示す原理図である。このトルクセンサは、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール30が連結され、下端部にトーションバー37が連結されたステアリングシャフト（操舵軸）の上部軸31（入力軸）の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物32（突起）を設けてある。また、上部軸31が回転したときに、上部軸31の軸方向に移動する磁性材からなる突起物32の位置を検出する為に、MRセンサA（磁気抵抗効果素子、検出手段）が上部軸31と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0084】ステアリングシャフトの下部軸33（出力軸）は、上端部がトーションバー37に連結され、下端部がピニオン38に連結されている。上部軸31と同様に、下部軸33の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物34（突起）を設けてある。また、下部軸33が回転したときに、下部軸33の軸方向に移動する磁性材からなる突起物34の位置を検出する為に、MRセンサB（磁気抵抗効果素子、検出手段）が下部軸33と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0085】MRセンサAの出力電圧は減算回路39a及び39b（第1演算手段）に与えられ、MRセンサB

の出力電圧は減算回路39a及び39bに与えられる。減算回路39aは、MRセンサAの出力電圧からMRセンサBの出力電圧を差し引いて差を演算し、演算した差の電圧をアンプ40aに与える。アンプ40aは、与えられた電圧を増幅して、減算回路39c(第2演算手段)に与える。減算回路39bは、MRセンサBの出力電圧からMRセンサAの出力電圧を差し引いて差を演算し、演算した差の電圧をアンプ40bに与える。アンプ40bは、与えられた電圧を増幅して、減算回路39cに与える。

【0086】減算回路39cは、アンプ40aの出力電圧からアンプ40bの出力電圧を差し引き、差し引いた出力電圧をアンプ40cに与える。アンプ40cは、与えられた電圧を増幅して、トルクセンサが検出した、ステアリングホイール30に加えられる操舵トルクを示す信号として出力する。

【0087】このような構成のトルクセンサは、上部軸31及び下部軸33が、 $0 \leq \theta < 360^\circ$ の範囲で回転するのに応じて、MRセンサA及びBの検出面に最近接する磁性材からなる突起物32及び34が、上部軸31及び下部軸33の軸方向に移動する。磁性材からなる突起物32及び34は、上部軸31及び下部軸33の周面に沿わせて螺旋状に設けてあるので、MRセンサA及びBの検出面に最近接する磁性材からなる突起物32及び34の、上部軸31及び下部軸33の軸方向の位置と、上部軸31及び下部軸33の回転角度とを対応させることが出来る。

【0088】ここで、ステアリングホイール30に操舵トルクが加えられ、トーションバー37に捩じれ角度が生じていれば、MRセンサA及びBの出力電圧は、その捩じれ角度に応じた電圧差 ΔV が生じる。減算回路39a及び39bはそれぞれその電圧差 ΔV 及び $-\Delta V$ を演算し、減算回路39cは、減算回路39a及び39bがそれぞれ演算した電圧差 ΔV 及び $-\Delta V$ の差 $2\Delta V$ を演算する。アンプ40cは、電圧差 $2\Delta V$ を増幅して、トルクを示す信号として出力する。また、下部軸33、磁性材からなる突起物34及びMRセンサBからなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度(舵角)を示す信号を、アンプ41から出力することが出来る。その他の動作は、実施の形態2において説明したトルクセンサの動作と同様であるので、説明を省略する。

【0089】実施の形態14。図24は、本発明に係る舵取装置の実施の形態14の要部構成を示す縦断面図である。この舵取装置は、上端部にステアリングホイール1が取付けられる上部軸2を備え、上部軸2の下端部には、第1ダウエルピン4を介して筒状の入力軸5及びこれの内側に挿入される連結軸(トーションバー)6の上端部が連結されている。連結軸6の下端部には、第2ダウエルピン7を介して筒状の出力軸8が連結されてお

り、上部軸2、入力軸5及び出力軸8が軸受9、10、11を介してハウジング12内にそれぞれ回転が可能に支持されている。

【0090】このハウジング12内には、前記連結軸6を介して連結される入力軸5及び出力軸8の相対変位量により操舵トルクを検出するトルクセンサ13と、トルクセンサ13の検出結果に基づいて駆動される操舵補助用の電動モータ14の回転を減速して、前記出力軸8に伝達する減速機構15とを備え、ステアリングホイール1の回転に応じた舵取機構の動作を前記電動モータ14の回転により補助し、舵取の為の運転者の労力負担を軽減するように構成されている。出力軸8の下端部は、ユニバーサルジョイントを介してラックピニオン式の舵取機構に連結されている。

【0091】トルクセンサ13は、前記入力軸5の周面13aに沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物13c(突起)を設けてあり、入力軸5が回転したときに、入力軸5の軸方向に移動する磁性材からなる突起物13cの位置を検出する為に、MRセンサ13e(磁気抵抗効果素子、検出手段)が入力軸5と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0092】出力軸8は、入力軸5と同様に、出力軸8の周面13bに沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物13d(突起)を設けてある。また、出力軸8が回転したときに、出力軸8の軸方向に移動する磁性材からなる突起物13dの位置を検出する為に、MRセンサ13f(磁気抵抗効果素子、検出手段)が出力軸8と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

【0093】以下に、このような構成の舵取装置の動作を説明する。連結軸6が捩れずに入力軸5及び出力軸8が回転する場合には、入力軸5、出力軸8及び連結軸6は一体的に回転する。入力軸5及び出力軸8が回転するのに応じて、MRセンサ13e及び13fの検出面に最近接する磁性材からなる突起物13c及び13dが、入力軸5及び出力軸8の軸方向に移動する。磁性材からなる突起物13c及び13dは、入力軸5及び出力軸8の周面13a及び13bに沿わせて螺旋状に設けてあるので、MRセンサ13e及び13fの検出面に最近接する磁性材からなる突起物13c及び13dの、入力軸5及び出力軸8の軸方向の位置と、入力軸5及び出力軸8の回転角度とを対応させることが出来る。

【0094】例えば、MRセンサ13e及び13fの出力電圧と、入力軸5及び出力軸8の回転角度(舵角)とが同様の直線的な関係になるように設定しておき、入力軸5及び出力軸8を複数回回転させれば、図4(a)及び(b)に示すように、MRセンサ13e及び13fの出力は、 360° 周期の電圧波形を示し、MRセンサ13e及び13fの出力電圧により、それぞれ入力軸5及

び出力軸8の回転角度を検出することが出来る。

【0095】ステアリングホイール1に操舵トルクが加えられ、連結軸6が据えて入力軸5及び出力軸8が回転する場合には、MRセンサ13e及び13fの出力電圧は、例えば、図4(c)に示すように、その据えれ角度に応じた電圧差が生じる。MRセンサ13e及び13fの出力電圧は、各出力ケーブルを通じて、図示しない減算回路に与えられ、減算回路は、その電圧差を算出することにより、その据えれ角度を求め、その操舵トルクに応じた信号を出力することが出来る。

【0096】また、MRセンサ13fは、出力ケーブルを通じて、出力軸8、磁性材からなる突起物13d及びMRセンサ13fからなる回転角度検出装置が検出したステアリングホイール1の回転角度(舵角)を示す信号を出力することが出来る。操舵トルクに応じた信号及びステアリングホイール1の回転角度を示す信号は、図示しない制御部に与えられ、制御部は、与えられた各信号に基づき、電動モータ14の回転制御を行う。

【0097】実施の形態15、図25は、本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態15の要部構成を示す原理図である。この回転角度検出装置は、ブラシレスDCモータに使用した場合を示しており、ブラシレスDCモータ60のロータシャフト61に、ロータシャフト61を回転軸とする回転体をなす円板状の変位板62が設けられている。変位板62は、図26(a)に示すように、その周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物64(突起)が設けてある。また、ブラシレスDCモータ60のロータシャフト61及び変位板62が回転したときに、ロータシャフト61の軸方向に移動する磁性材からなる突起物64の位置を検出する為に、MRセンサ63(磁気抵抗効果素子、検出手段)が、変位板62の周面と適当な隙間を空けて平行に、図示しない動かないハウジングに固定されて設けられている。

【0098】ブラシレスDCモータ60は、整流子の代わりに、ロータがどの位置にあるかを検知し、この検知信号に基づき電子回路を制御して回転磁界を発生させる駆動回路を備えている。特に、ブラシレスDCモータを使用した舵取装置では、滑らかな操舵感覚を得る為に、ロータの位置分解能が高く正確な位置情報が必要である。その為、レゾルバ、ロータリ・エンコーダ等が使用されているが、高価である。

【0099】このような構成の回転角度検出装置は、ブラシレスDCモータ60のロータシャフト61及び変位板62が回転するのに応じて、MRセンサ63の検出面に最近接する磁性材からなる突起物64が、ロータシャフト61の軸方向に移動する。磁性材からなる突起物64は、変位板62の周面に沿わせて螺旋状に設けてあるので、MRセンサ63の検出面に最近接する磁性材からなる突起物64の、ロータシャフト61の軸方向の位置と、ロータシャフト61の回転角度とを対応させること

が出来、例えば、図26(b)に示すように、MRセンサ63の出力電圧と、ロータシャフト61の回転角度とが直線的な関係になるように設定しておけば、図26(c)に示すように、MRセンサ63の出力電圧に基づき、ブラシレスDCモータ60のロータの位置角度を検出することが出来る。

【0100】近時、多用されるMRセンサ(磁気ポジションセンサ)は、1チップIC化され、基本的に安価であり、耐環境性能も良く、車両のエンジンルーム搭載にも耐えることが可能である。また、ブラシレスDCモータのロータの位置センサ及びステアリングホイールの舵角センサ以外にも、広い応用範囲が考えられる。例えば、図27(b)に示すように、変位板62aの周面を展開した場合の磁性材からなる突起物64aのパターンを鋸歯状にすれば、変位板62aが360°回転したとき、MRセンサの出力電圧は、図27(a)に示すように、突起物64a(突起)のパターンと同様の鋸歯状の波形となるように推移する。

【0101】また、図27(d)に示すように、変位板62bの周面を展開した場合の磁性材からなる突起物64b(突起)のパターンを階段状にすれば、変位板62bが360°回転したとき、MRセンサの出力電圧は、図27(c)に示すように、突起物64bのパターンと同様の階段状の波形となるように推移する。また、図27(f)に示すように、変位板62cの周面を展開した場合の磁性材からなる突起物64c(突起)のパターンを正弦波状にすれば、変位板62cが360°回転したとき、MRセンサの出力電圧は、図27(e)に示すように、突起物64cのパターンと同様の正弦波状の波形となるように推移する。

【0102】尚、上述した各実施の形態では、磁性的に不連続な部分として、磁性材からなる突起物を設けているが、突起物に限ることはなく、例えば、溝又は磁性的に異なる面の境界を設けることによってでも、磁性的に不連続な部分を形成することが出来る。また、磁性的に不連続な部分を回転体の周面に沿って螺旋状に設けてあるが、螺旋状でなくても良い。

【0103】

【発明の効果】第1発明に係る回転角度検出装置によれば、接触摺動する部分を含まない、耐久性が良い回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0104】第2発明に係る回転角度検出装置によれば、磁性的に不連続な部分の回転軸方向の位置と回転方向の検出手段からの変位角度とを対応させることが出来、磁性的に不連続な部分の回転軸方向の位置を検出することにより、回転体の回転方向の検出手段からの変位角度を検出することが出来、接触摺動する部分を含まない、耐久性が良い回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0105】第3発明に係る回転角度検出装置によれば

10

20

30

40

50

ば、磁性的に不連続な部分の回転軸方向の位置変化を、回転方向の検出手段からの変位角度に対して、より大きくすることが出来る。従って、アンプゲインを小さくすることが出来、外乱に対して安定である。

【0106】第4発明に係る回転角度検出装置によれば、磁性的に不連続な部分の端部で検出手段の出力を変位角度に対して線形的にすることが出来、多数のセンサを用いずに、安価で出力特性が線形の回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0107】第5発明に係る回転角度検出装置によれば、磁性的に不連続な部分の端部で出力の揺らぎがない回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0108】第6発明に係る回転角度検出装置によれば、加工時間を短縮出来、製造コストを低減出来る。

【0109】第7発明に係る回転角度検出装置によれば、調整加工が容易であり、磁性的に不連続な部分のパターンを高精度で自由自在に加工することが出来る。

【0110】第8発明に係る回転角度検出装置によれば、接触摺動する部分を含まない、耐久性が良い回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0111】第9発明に係るトルクセンサによれば、構成が簡単であり、製造コストが低いトルクセンサを実現することが出来る。

【0112】第10発明に係るトルクセンサによれば、回転角度検出装置がそれぞれ出力した検出信号の差が大きくなるので、アンプゲインを小さくすることが出来、外乱に対して安定で、構成が簡単で、製造コストが低いトルクセンサを実現することが出来る。

【0113】第11発明に係る舵取装置によれば、第9発明又は第10発明の何れかに係るトルクセンサを使用した舵取装置を実現することが出来ると共に、そのトルクセンサに使用している2つの第1～8発明の何れかに係る回転角度検出装置の何れか又は両方を、回転角度検出装置として使用することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図2】図1に示す回転角度検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図3】本発明に係るトルクセンサの実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図4】図3に示すトルクセンサの動作を説明する為の説明図である。

【図5】本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図6】図5に示す回転角度検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図7】本発明に係るトルクセンサの実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図8】図7に示すトルクセンサの動作を説明する為の

説明図である。

【図9】本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図10】図9に示す回転角度検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図11】図9に示す回転角度検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図12】本発明に係るトルクセンサの実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図13】本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図14】図13に示す回転角度検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図15】図13に示す回転角度検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図16】本発明に係るトルクセンサの実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図17】本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図18】図17に示す回転角度検出装置の製作方法を説明する為の説明図である。

【図19】本発明に係るトルクセンサの実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図20】本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図21】図20に示す回転角度検出装置の製作方法を説明する為の説明図である。

【図22】本発明に係るトルクセンサの実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図23】本発明に係るトルクセンサの実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図24】本発明に係る舵取装置の実施の形態の要部構成を示す縦断面図である。

【図25】本発明に係る回転角度検出装置の実施の形態の要部構成を示す原理図である。

【図26】図25に示す回転角度検出装置の構成及び動作を説明する為の説明図である。

【図27】本発明に係る回転角度検出装置の構成及び動作を説明する為の説明図である。

【符号の説明】

1, 20, 30 ステアリングホイール

2 上部軸

5 入力軸

6, 37 連結軸(トーションバー)

8 出力軸

13 トルクセンサ

13a, 13b 周面

13c, 13d, 22, 22a~22d, 32, 32a

~32d, 34, 34a~34d, 64 磁性体の突起

物(突起、磁性的に不連続な部分)

25

26

13 e, 13 f, 24, 63, A, B MRセンサ (磁気抵抗効果素子、検出手段)

14 電動モータ

21, 21 a ~ 21 e ステアリングシャフト (操舵軸、回転体)

22 e, 32 e, 34 e, 69 溝 (磁性的に不連続な部分)

31, 31 a ~ 31 e 上部軸 (入力軸)

33, 33 a ~ 33 e 下部軸 (出力軸)

* 39 減算回路 (差を検出する手段)

39 a, 39 b 減算回路 (第1演算手段)

39 c 減算回路 (第2演算手段)

60 ブラシレスDCモータ

61 ロータシャフト

62 変位板 (回転体)

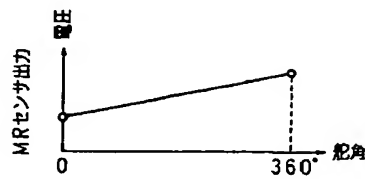
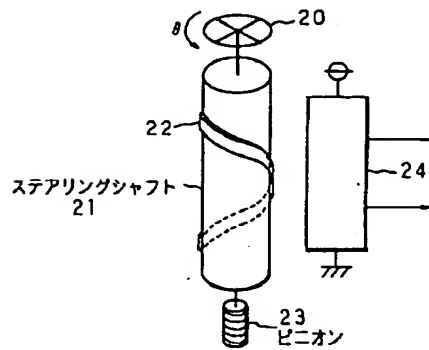
65, 68 ドラム (回転体)

66 コイルバネ

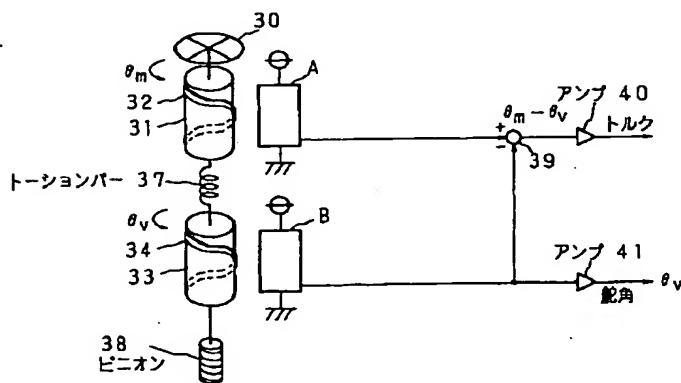
* 70 ビーム

【図1】

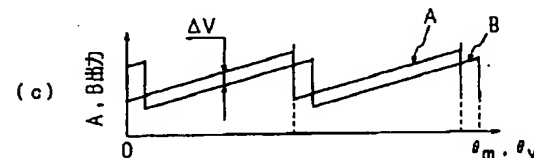
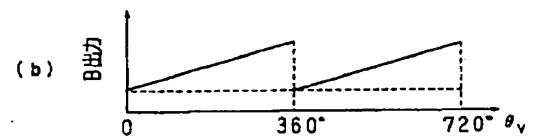
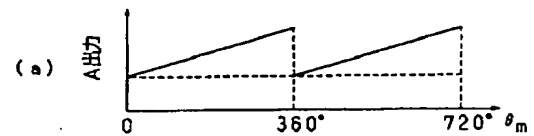
【図2】



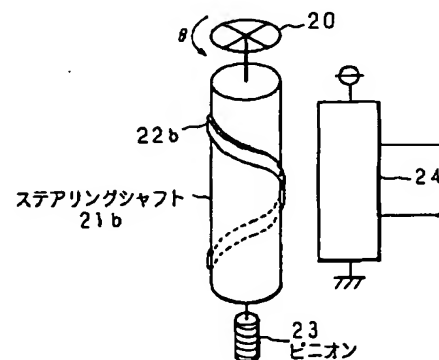
【図3】



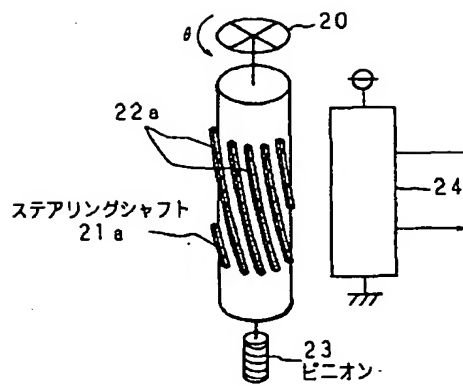
【図4】



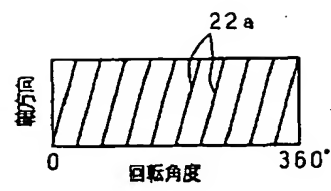
【図9】



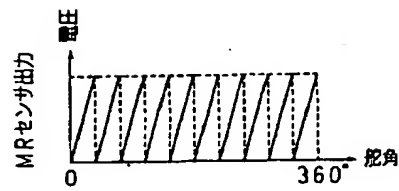
【図5】



【図6】

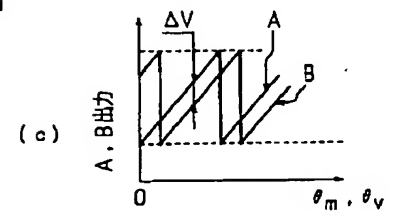
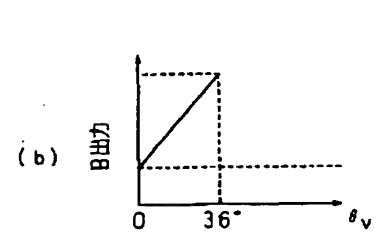
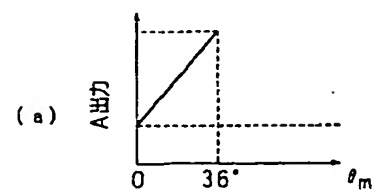


(a)

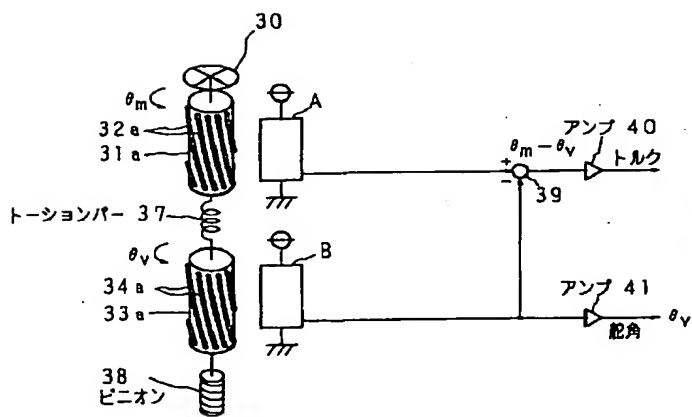


(b)

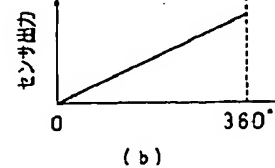
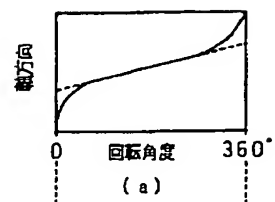
【図8】



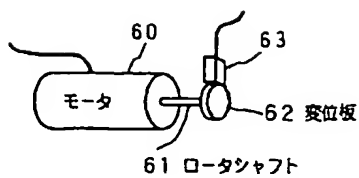
【図7】



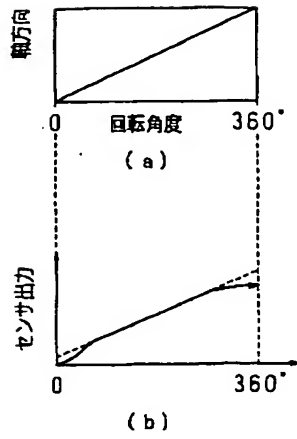
【図10】



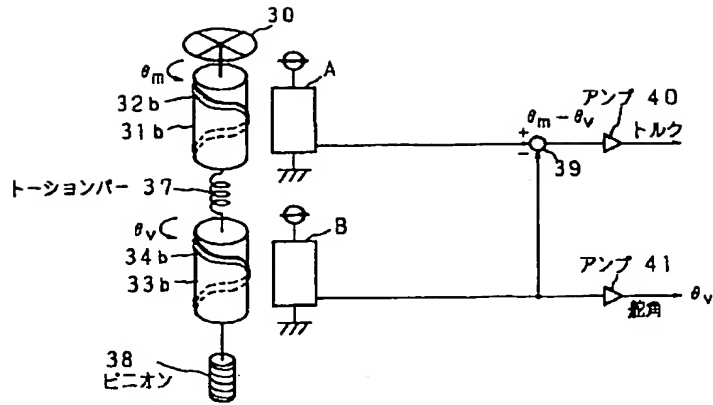
【図25】



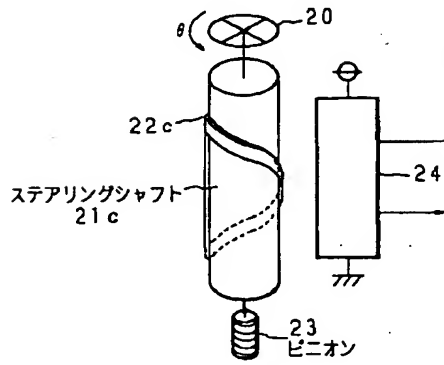
【図11】



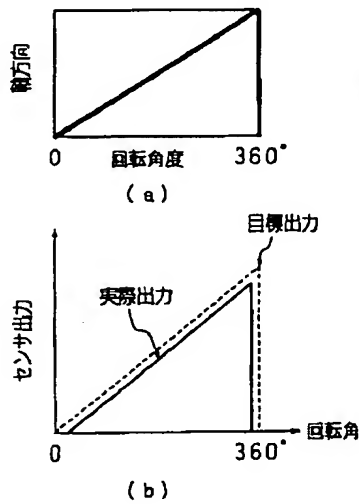
【図12】



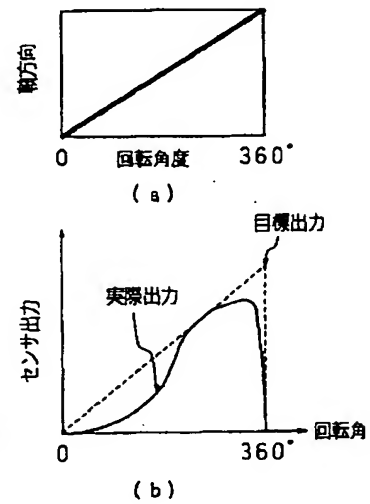
【図13】



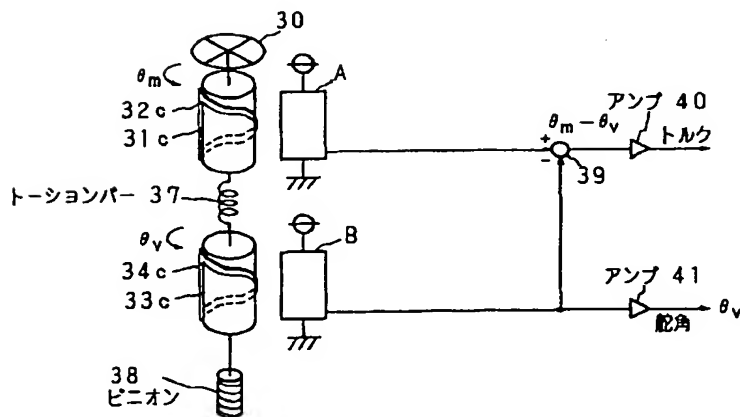
【図14】



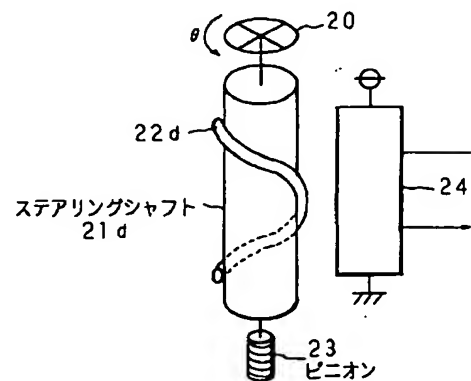
【図15】



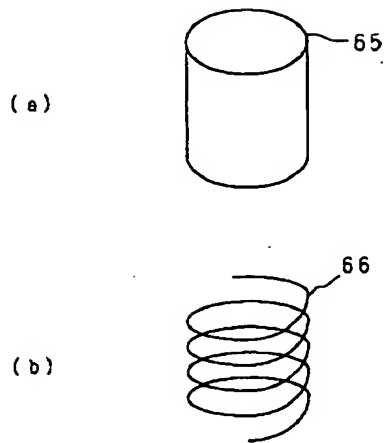
【図16】



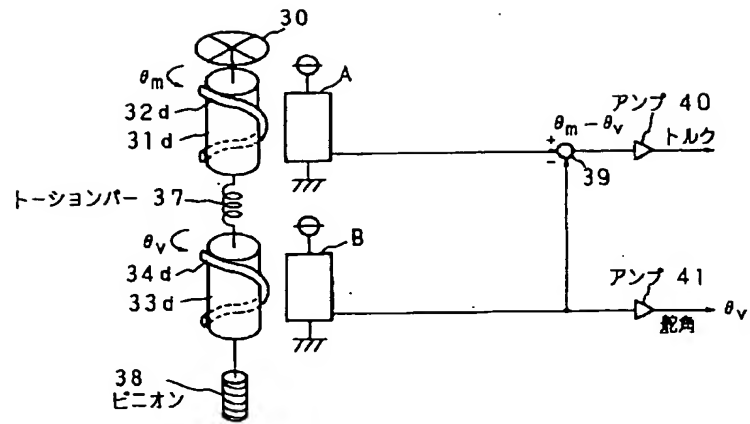
【図17】



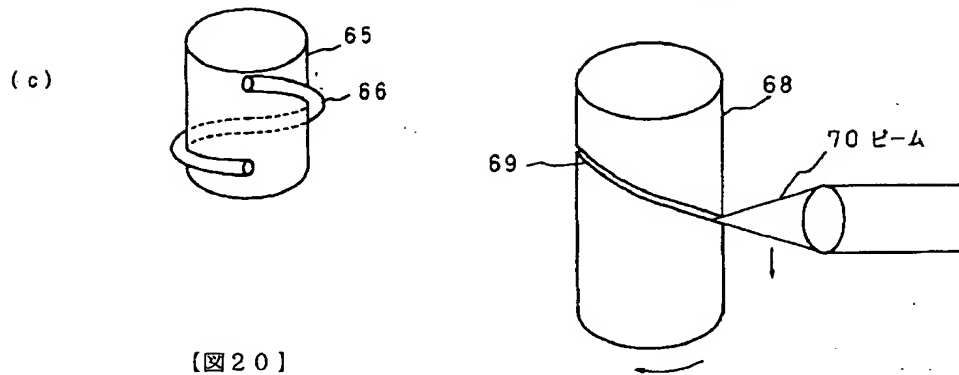
【図18】



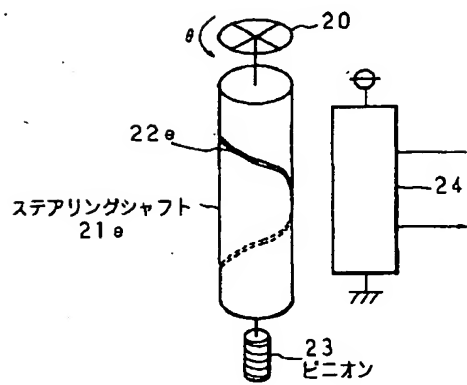
【図19】



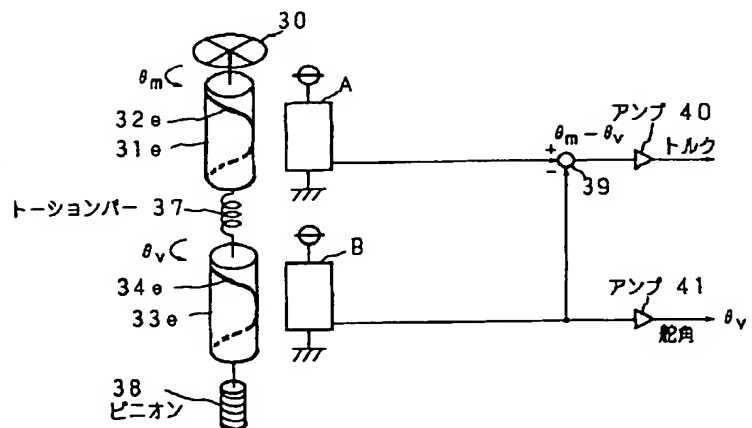
【図21】



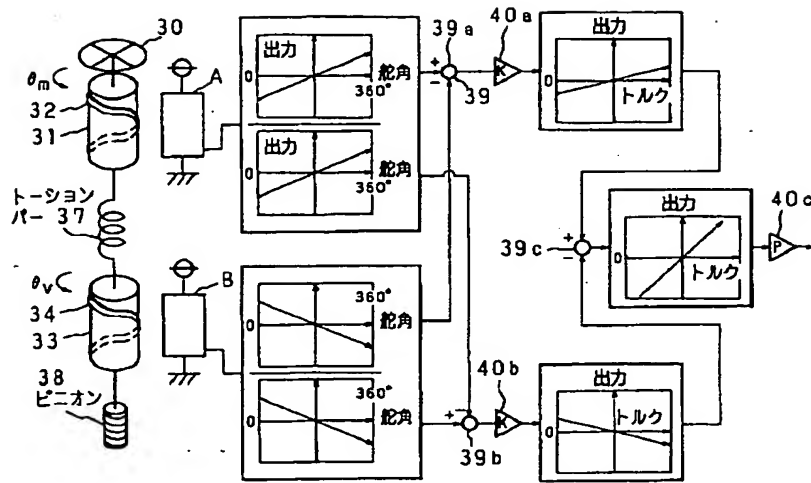
【図20】



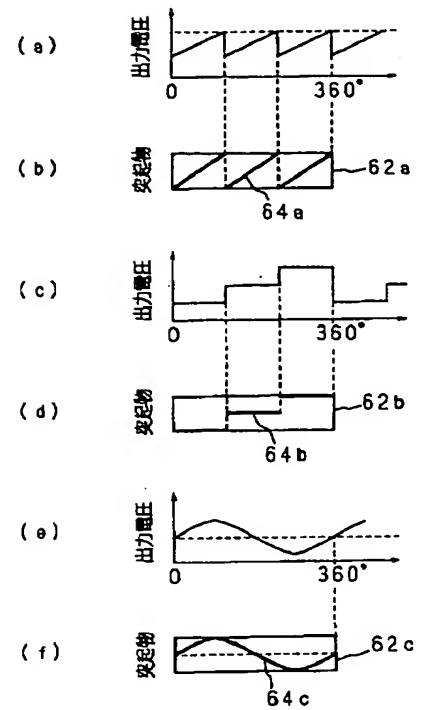
【図22】



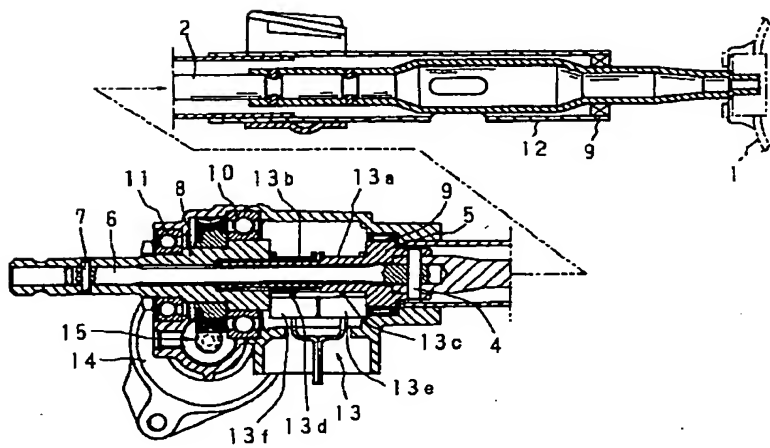
【図23】



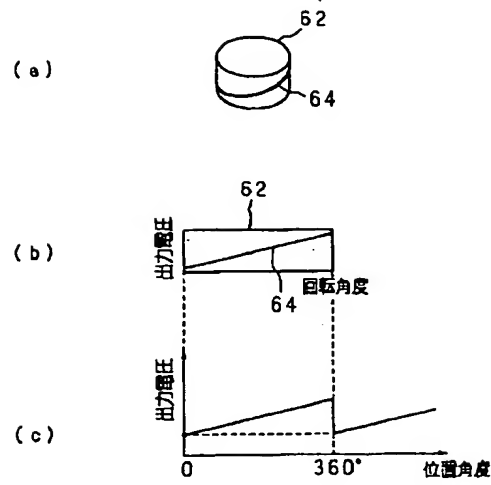
【図27】



【図24】



【図26】



フロントページの続き

(72)発明者 神田 耕治
大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号
光洋精工株式会社内

F ターム(参考) 2F063 AA36 BA08 CA08 CA29 CB05
CC05 CC06 DA01 DB07 DB08
EA20 GA52 GA66 GA69 GA79
LA02 LA11 LA15 LA23 ZA01
2F077 AA12 AA21 AA42 AA49 JJ02
JJ07 JJ22 NN22 NN24 TT06
TT21 TT52 TT71
3D033 CA20 CA28 CA29